

Method of controlling a brake system of a vehicle

Patent Number: ☐ [EP0974505](#), [B1](#)
Publication date: 2000-01-26
Inventor(s): REINER MICHAEL (DE)
Applicant(s): DAIMLER CHRYSLER AG (DE)
Requested Patent: ☐ [DE19832875](#)
Application Number: EP19990111454 19990612
Priority Number(s): DE19981032875 19980722
IPC Classification: B60T13/66; B60T13/58; B60T8/18; B60T8/26; B60T10/00
EC Classification: [B60T13/66](#), [B60T8/00](#), [B60T8/18F](#), [B60T8/26D](#), [B60T10/00](#), [B60T13/58C](#)
Equivalents:
Cited patent(s): [DE19822859](#); [DE19604391](#); [WO9318949](#); [EP0689978](#)

Abstract

The vehicle has a controllable working brake and a controllable permanent brake that are operated in relation to each other. The permanent brake is actuated for each braking process and is driven according to the driver's braking demand, the driving conditions, the road conditions and the operating state of the vehicle (integral operation of the permanent brake).

Data supplied from the [esp@cenet](#) database - I2



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 32 875 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:
B 60 T 8/00
B 60 T 8/32
B 60 T 10/00
B 60 T 13/66

⑲ Aktenzeichen: 198 32 875.3
⑳ Anmeldetag: 22. 7. 1998
㉑ Offenlegungstag: 3. 2. 2000

DE 198 32 875 A 1

⑪ Anmelder:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑭ Erfinder:
Reiner, Michael, 70736 Fellbach, DE

⑤⑨ Entgegenhaltungen:

DE	40 07 360 C2
DE	38 29 951 C2
DE	196 42 344 A1
DE	196 04 391 A1
DE	195 13 509 A1
DE	42 07 965 A1
EP	04 45 575 B1
EP	03 57 983 B1
EP	07 37 608 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤⑨ Verfahren zur Steuerung der Bremsanlage eines Fahrzeugs

⑤⑨ Ein Verfahren zur Steuerung der Bremsanlage eines Fahrzeugs mit einer steuerbaren Betriebsbremse und einer steuerbaren Dauerbremse, wobei die Betriebs- und Dauerbremse aufeinander abgestimmt angesteuert werden, ist dadurch gekennzeichnet, daß die Dauerbremse bei jedem Bremsvorgang aktiviert wird und abhängig vom Bremswunsch des Fahrers sowie von Fahrzeugzustandsgrößen und/oder Fahrbahnzustandsgrößen und/oder Betriebszuständen des Fahrzeugs angesteuert wird (integrierte Betätigung der Dauerbremse).

198 32 875 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung der Bremsanlage eines Fahrzeugs nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Ein derartiges Verfahren geht beispielsweise aus der DE 196 04 391 A1 hervor. Bei diesem Verfahren werden die Anteile der Betriebsbremse und der Dauerbremse, zum Beispiel einer Retarderbremse, aufeinander abgestimmt, wobei bei der Einstellung der Betriebsbremse das tatsächliche Bremsverhalten der Dauerbremse berücksichtigt wird.

Bei diesem Verfahren werden darüber hinaus Betriebsgrößen des Fahrzeugs in Form von Achslastsignalen, der Fahrzeuggeschwindigkeit und dergleichen bei der Bestimmung der Dauerbremsen- und Betriebsbremsenanteile berücksichtigt.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein gattungsgemäßes Verfahren zur Steuerung der Bremsanlage eines Fahrzeugs dahingehend weiterzubilden, daß eine geringere Bauteilbeanspruchung und höhere Bremsbelastungszeiten der Betriebsbremse bei optimaler Bremswirkung des Fahrzeugs erreicht werden.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren zur Steuerung der Bremsanlage eines Fahrzeugs der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Dauerbremse bei jedem Bremsvorgang aktiviert wird und abhängig vom Bremswunsch des Fahrers sowie von Fahrzustandsgrößen und/oder Fahrbahnzustandsgrößen und/oder Betriebszuständen des Fahrzeugs selbstständig angesteuert wird (integrierte Betätigung der Dauerbremse).

Durch diese integrierte Betätigung der Dauerbremse wird eine Reduktion des Bremsanteils der Betriebsbremse erzielt, die zu einer geringeren Bauteilbeanspruchung und zu längeren Bremsbelastungszeiten führt. Gleichzeitig wird durch die Ansteuerung der Dauerbremse abhängig von Fahrzustandsgrößen und/oder Fahrbahnzustandsgrößen und/oder Betriebszuständen des Fahrzeugs eine optimale Abstimmung der Bremswirkung der Betriebs- und Dauerbremse aufeinander erzielt. Insbesondere werden durch die Erfassung der Fahrbahnzustandsgrößen in der gebremsten und ungebremsten Fahrt auch Adhäsionsverhältnisse erfasst und bei der Betätigung der Dauerbremse und der gleichzeitigen Betätigung der Betriebsbremse berücksichtigt.

Vorteilhafterweise wird zunächst die Betriebsbremse und erst daraufhin die Dauerbremse aktiviert, hierdurch ist insbesondere ein schnelles Ansprechen der Bremse bei einem Bremsvorgang gegeben. Bei sehr kritischen Straßenverhältnissen ist dabei bereits frühzeitig ein hoher Adhäsionsbedarf der Betriebsbremse alleine gegeben. In diesem Falle sind Dauerbremsanteile überhaupt nicht mehr zugelassen.

Weiter ist bei einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel vorgesehen, daß die Dauerbremse und die Betriebsbremse so angesteuert werden, daß die durch die Betriebsbremse erzeugte Bremswirkung einen Vorgegebenen Anteil der Gesamtbremswirkung bei jedem Bremsvorgang nicht unterschreitet. Hierdurch wird auf besonders vorteilhafte Weise ein Vergleichen der Bremsbeläge verhindert. Dieser Mindestanteil ermöglicht auch ein spontanes Nachregeln schwankender Dauerbremswirkungen, beispielsweise während Getriebschaltvorgängen. Der Verzögerungswunsch des Fahrers wird dabei stets eingehalten.

Des weiteren ist vorzugsweise vorgesehen, daß die Dauerbremse extern betätigbar ist. Die externe Betätigung durch den Fahrer hat immer Vorrang vor Anteilen der integrierten Betätigung. Die externe Betätigung wird daher generell als zusätzlicher Bremswunsch angesehen.

Besonders vorteilhaft ist es, daß die Adhäsionsverhältnisse erfasst und der Dauerbremsanteil auf diese durch Be-

stimmung des Schlupfbedarfs der Dauerbremse abgestimmt wird. Durch diese Adhäsionsüberwachung wird die Bremswirkung der Dauerbremse wie auch der Betriebsbremse auf den Fahrbahnzustand angepaßt.

Ferner ist vorteilhafterweise vorgesehen, daß der Dauerbremsanteil auf den Beladungszustand des Fahrzeugs abgestimmt wird.

Als vorteilhaft erweist es sich bei dem erfindungsgemäßen Verfahren, daß auf eine mechanische Abschaltmöglichkeit der integrierten Dauerbremse verzichtet werden kann. Hierdurch können insbesondere Schalter, Schaltungen u. dgl. zur Abschaltung der Dauerbremse entfallen, was im Hinblick auf die Herstellung und insbesondere auch die Herstellungskosten besonders vorteilhaft ist.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung sowie der zeichnerischen Darstellung eines Ausführungsbeispiels.

In der Figur ist schematisch ein Ablaufdiagramm eines von der Erfindung Gebrauch machenden Verfahrens dargestellt.

Wie aus der Figur hervorgeht, wird zunächst in Schritt S10 der Bremswunsch des Fahrers über das Bremspedal z_{ped} erfasst. Neben dieser Erfassung des Bremswunsches des Fahrers wird in Schritt S20 der Fahrzustand, der Fahrbahnzustand und der Betriebszustand des Fahrzeugs erfasst und aus diesen Größen in Schritt S30 ein Bremsignal zur Ansteuerung der Betriebsbremse und der Dauerbremse ermittelt in den Schritten S40 und S50 und an die Betriebsbremse und Dauerbremse ausgegeben (integrierte Betätigung der Dauerbremse).

Dabei wird insbesondere überwacht, ob die Dauerbremse bereits extern betätigt wurde. Ist zu Beginn des Bremsvorgangs die Dauerbremse bereits extern betätigt worden, werden mit der Betriebsbremse keine weiteren Dauerbremsanteile aktiviert. In diesem Fall erfolgt keine Überlagerung externer und integrierter Dauerbremsanteile. Die Abbremsung durch die Betriebsbremse wird als zusätzlicher Bremswunsch des Fahrers zur bereits wirkenden Dauerbremse verstanden.

Wird hingegen während einer Bremsung mit integrierten Dauerbremsanteilen eine separate Betätigung der Dauerbremse, beispielsweise durch Betätigen des Tempomatschalters oder -hebels, vorgenommen, so wird das an die Dauerbremse ausgegebene Signal durch ein an die Betriebsbremse ausgegebenes Signal ersetzt, so daß der zusätzliche Bremswunsch des Fahrers überhaupt realisierbar ist. Wenn der separate Dauerbremsanteil zu einem zu hohen Schlupf, der über an sich bekannte Radensoren erfasst werden kann, führt, wird das an die Dauerbremse ausgegebene Signal ebenfalls derart verändert, daß der Dauerbremsanteil verringert wird.

Ferner wird als Betriebszustandsgröße des Fahrzeugs die Betätigung des Gaspedals erfasst. Bei gleichzeitiger Betätigung von Gas- und Bremspedal wird der Dauerbremsanteil auf Null reduziert. Außerdem werden weitere Betriebszustandsgrößen des Fahrzeugs überwacht und zur Bestimmung der Dauerbremswirkung herangezogen. Fällt beispielsweise der Motor des Fahrzeugs aus, so werden die Dauerbremsanteile ebenfalls auf Null reduziert, da aus Sicherheitsgründen die Bremsanlage eines Fahrzeugs so konzipiert ist, daß bei Ausfall des Motors eine Abbremsung durch die Betriebsbremse stattfinden muß.

Es versteht sich, daß weiterhin die Fahrzeuggeschwindigkeit und die Achslastverteilung, die insbesondere auf den Beladungszustand des Fahrzeugs schließen lassen, und eventuell weitere relevante Fahrzustands- und Betriebszustandsgrößen erfasst und für die Bestimmung der Dauerbrems- und Betriebsbremsanteile herangezogen werden. Zur

Erfassung der Achslastverteilung ist dabei ein Achslastensor oder dgl. überflüssig. Aus Motor- und Radrehzahl-signalen, die ohnehin erfaßt werden, beispielsweise zur Realisierung eines Antiblockiersystems wird die Gesamtmasse durch Berechnung ermittelt. Hieraus werden Hinweise auf die Achslastanteile aus dem Radrehzahlverhalten beim Bremsen mit der Betriebsbremse alleine und beim Anfahren bei ungebremster Fahrt mit Hilfe der angetriebenen und damit identisch mit der dauergebremsten Achse ermittelt. Das Radrehzahlverhalten beim Bremsen mit der Betriebsbremse sowie beim Bremsen mit Dauerbremse erfolgt durch einen Lernvorgang.

Der Lernvorgang beim Bremsen mit der Betriebsbremse alleine geht beispielsweise aus der DE 38 29 951 C2, der EP 357983 B1, der DE 40 07 360 C2, der EP 445575 B1, auf die vorliegend Bezug genommen wird, hervor.

Die Lernphase beim Bremsen mit der Dauerbremse erfolgt bereits beim Anfahren mit der dauergebremsten Achse auf die folgende Weise:

Aus dem Verhältnis des Schlupfbedarfs zu der Antriebskraft an der Hinterachse wird eine "Kraftkonstante" $k = \Delta s / \Delta F_{HA}$ gebildet, wobei Δs aus der Vorderachsgeschwindigkeit V_{VA} und der Hinterachsgeschwindigkeit V_{HA} wie folgt gebildet wird:

$$\Delta s = V_{VA} - V_{HA} / V_{VA}$$

Die Antriebs-/Dauerbremskraft an der Hinterachse F_{HA} wird auf die folgende, in der DE 195 13 509 A1 und der EP 737608 A2 beschriebene Weise gebildet, wobei zur Erhöhung der Genauigkeit jedoch die rotierenden Massen des Motors und der Reifen berücksichtigt werden:

$$F_{HA} = u \cdot M_{\text{mot}} \cdot 1/\eta + (u^2 \cdot J_{\text{mot}} \cdot V \cdot k + m_{\text{reif}}) \cdot Z_{\text{lat}} [N]$$

mit:

$$Z_{\text{DBI}} = -F_{HA} / m [\text{m/s}^2]$$

mit:

M_{mot} [Nm] motorseitiges Dauerbremsmoment
 J_{mot} [kgm²] motorseitiges Massenträgheitsmoment
 η [-] Triebstrangwirkungsgrad
 u [1/m] Übersetzung und "Umformung" $M \rightarrow F$
 F_{HA} [N] Antriebs-/Dauerbremskraft an HA
 m_{reif} [kg] Masse aller Räder
 Z_{lat} [m/s²] Fahrzeugverzögerung (positiv)
 m [kg] Fahrzeugmasse.

Massenträgheitsmomente werden nur vereinfacht als Mittelwerte für eine ganze Fahrzeugbaureihe angesetzt. Für die Bereifungsanteile wird beispielsweise ein mittlerer Reifen mit $R_{\text{dyn}} = 500$ mm angesetzt, wobei in Abhängigkeit von der berechneten Fahrzeugmasse $m(t)$ nach der Formel

$$m_{\text{reif}} = 300 \times (1; 1/n15; 2) [\text{kg}]$$

mindestens 6 Reifen (4x2) und maximal 12 Reifen (4x2 mit 3-Achs-Anhängfahrzeug) auch Zugkombinationen ganz grob berücksichtigt werden. Auf gelenkwellenseitige Anteile wird verzichtet. Für die motorseitigen, übersetzungsabhängigen Anteile wird ein der Fahrzeugbaureihe angepaßtes mittleres Massenträgheitsmoment angenommen. Die Übersetzung bzw. "Umformung" motorseitiger Momente in Bremskräfte am Rad erfolgt wie aus dem Stand der Technik bekannt bei der Massenberechnung mit

$$u = 0,3777 \times n_{\text{mot}} / v_{HA} [1/\text{m}].$$

mit:

$$n_{\text{mot}} [1/\text{min}] \text{ Motordrehzahl} \\ 0,3777 [-] \text{ Umnormierungskonstante.}$$

Da die motorseitigen Massenträgheitsmomente nur bei geschlossener Kupplung wirken können, wird in diesem Falle $k = 1$ gesetzt. Bei geöffneter Kupplung oder unabhängig vom Kupplungssignal wird bei $M_{\text{mot}} < 50$ Nm $k = 0$ gesetzt.

Wenn k bekannt ist, kann aus dem beim Bremsen gewünschten bzw. hergeleiteten Abbremsungsanteil der Dauerbremse über die Beziehung $F = m \cdot a$, d. h. $F_{HA} = m \cdot Z_{\text{DBI}}$ die gewünschte Antriebskraft bestimmt werden und über $\Delta s = k \cdot F_{HA}$ der dafür benötigte Schlupf vorausbestimmt werden. Wenn Z B. ein zu hoher Schlupfbedarf ermittelt wird, kann auf Basis eines kritischen Grenzschlupfes der dann maximal mögliche Dauerbremsanteil bestimmt werden.

Der Abbremsungsanteil der Dauerbremse Z_{DBI} läßt sich bei bereits bekannter Fahrzeugmasse dabei wie folgt ermitteln:

$$Z_{\text{DBI}} = F_{HA} / m [\text{m/s}^2],$$

wobei hier in die Fahrzeugmasse in kg ist.

Nachdem auf diese Weise die Adhäsionsverhältnisse durch Vorausbestimmung des Schlupfbedarfs der dauergebremsten Achse mit Hilfe bereits beim Anfahren ermittelter Größen erfaßt werden und der Dauerbremsanteil auf diese durch Vorausbestimmung des Schlupfbedarfs der Dauerbremse abgestimmt wird, kann daraufhin die integrierte Betätigung der Dauerbremse erfolgen, vorausgesetzt, die erfaßten Adhäsionsverhältnisse lassen auf kein kritisches Fahrzeug schließen. So werden in der Regel bei leeren Fahrzeugen mit geringen Hinterachslastanteilen, insbesondere bei abgesattelten Sattelzügen grundsätzlich keine integrierten Betätigungen der Dauerbremse durchgeführt. Dies ist deshalb auch unproblematisch, weil bei leeren Fahrzeugen eine Reduktion des Bremsbelagsverschleißes ohnehin nicht relevant ist.

Darüber hinaus werden die Dauerbremsanteile bei schneller Pedalbetätigung des Bremspedals, die zu einer Auslösung des an sich bekannten Bremsassistenten führt, ebenfalls auf Null reduziert.

Von besonderem Vorteil ist auch, daß durch die Überwachung und Erfassung der Adhäsionsverhältnisse und die Vorausbestimmung des Schlupfbedarfs der Dauerbremse eine Reduktion der Dauerbremsanteile oder gar ein Abschalten der Dauerbremse bei kritischen Fahrzustandsverhältnissen realisierbar ist. Eine mechanische Abschaltmöglichkeit durch den Fahrer, wie sie bei aus dem Stand der Technik bekannten Bremsanlagen üblich ist, wird dadurch entbehrlich, was zu einer Kostenersparnis führt.

Bei einer integrierten Betätigung der Dauerbremse wird die Bremswirkung kontinuierlich überwacht und die Signale zur Ansteuerung der Betriebsbremse und die Signale zur Ansteuerung der Dauerbremse werden abhängig von dieser erfaßten Bremswirkung aufeinander abgestimmt. Die Abstimmung erfolgt dabei so, daß ein gewisses Überbremsen der dauergebremsten Hinterachse in Kauf genommen wird, weil für eine optimale Adhäsion, d. h. keine Schlupfdifferenz zwischen den Achsen, zu viel Bremsarbeit von der Vorderachse übernommen werden müßte. In diesem Falle würde eine gewünschte Belagsverschleißharmonisierung nicht eintreten. Das Maß für die Überbremsung der Hinter-

folgt, läßt sich aus den an sich bekannten Rückregelgrenzen bei separater Betätigung der Dauerbremse ableiten. Dabei ist vorgesehen, daß bei integrierter Betätigung der Dauerbremse nur ein Teil des zulässigen Schlupfes ausgenutzt wird, der bei separater Betätigung der Dauerbremse entsteht. Der Dauerbremsanteil wird dabei im Vergleich zu dem Betriebsbremsanteil so eingeregelt, daß eine optimale Bremswirkung entsteht, ohne daß insbesondere auf winterlichen Straßen adhäsionskritische Bremsungen erfolgen. Gegebenenfalls wird der Dauerbremsanteil auf Null reduziert, wenn dies die Fahrbahnverhältnisse erfordern.

Es versteht sich, daß die integrierte Betätigung der Dauerbremse abhängig von den Stufen der Dauerbremse auf die Betätigung der Betriebsbremse abgestimmt erfolgt. Das obenbeschriebene Verfahren zur Steuerung der Bremsanlage sieht darüber hinaus vor, daß bei jedem Bremsvorgang immer eine Betätigung der Betriebsbremse erfolgt. Bei jedem Bremsvorgang wird sofort die Betriebsbremse aktiviert und erst dann zeitverzögert die integrierte Betätigung der Dauerbremse vorgenommen. Es muß darüber hinaus immer ein Mindestbremsanteil der Betriebsbremse sichergestellt sein, bevor eine integrierte Betätigung der Dauerbremse vorgegeben wird. Hierdurch wird eine Verglasungsgefahr der Bremsbeläge vermieden.

Bei einem Anhängerbetrieb des Fahrzeugs kann der Anteil der Dauerbremse auf die nachfolgend beschriebene Weise von dem Sollwert des Bremsvorgangs subtrahiert werden. Der so erhaltene "Rest" gilt in gleicher Weise für die Betriebsbremsen von Zug- und Anhängerfahrzeugen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung der Bremsanlage eines Fahrzeugs mit einer steuerbaren Betriebsbremse und einer steuerbaren Dauerbremse, wobei die Betriebs- und Dauerbremse aufeinander abgestimmt angesteuert werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dauerbremse bei jedem Bremsvorgang aktiviert wird und abhängig vom Bremswunsch des Fahrers sowie von Fahrzustandsgrößen und/oder Fahrbahnzustandsgrößen und/oder Betriebszuständen des Fahrzeugs angesteuert wird (integrierte Betätigung der Dauerbremse).
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst die Betriebsbremse und erst daraufhin die Dauerbremse aktiviert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Dauerbremse und die Betriebsbremse so angesteuert werden, daß die durch die Betriebsbremse erzeugte Bremswirkung einen vorgegebenen Anteil der Gesamtbremswirkung bei jedem Bremsvorgang nicht unterschreitet.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Dauerbremse extern betätigbar ist, wobei die externe Betätigung immer Vorrang vor der integrierten Betätigung hat.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Adhäsionsverhältnisse erfaßt und der Dauerbremsanteil auf diese durch Bestimmung des Schlupfbedarfs der Dauerbremse abgestimmt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Dauerbremsanteil auf den Beladungszustand des Fahrzeugs abgestimmt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß auf eine mechanische Abschaltmöglichkeit der integrierten Dauerbremse ver-

zichtet wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

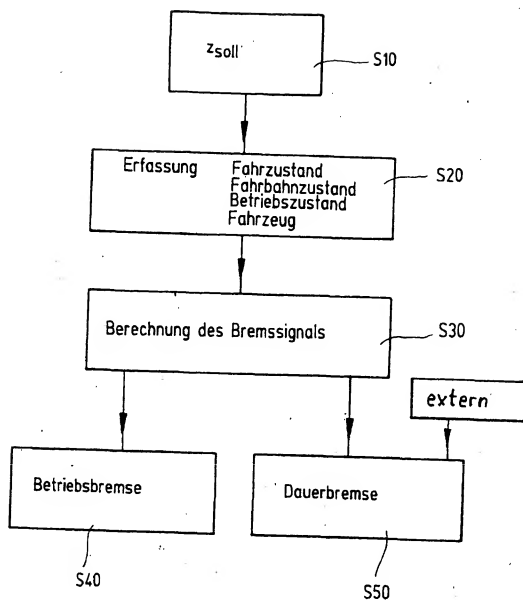


Fig.